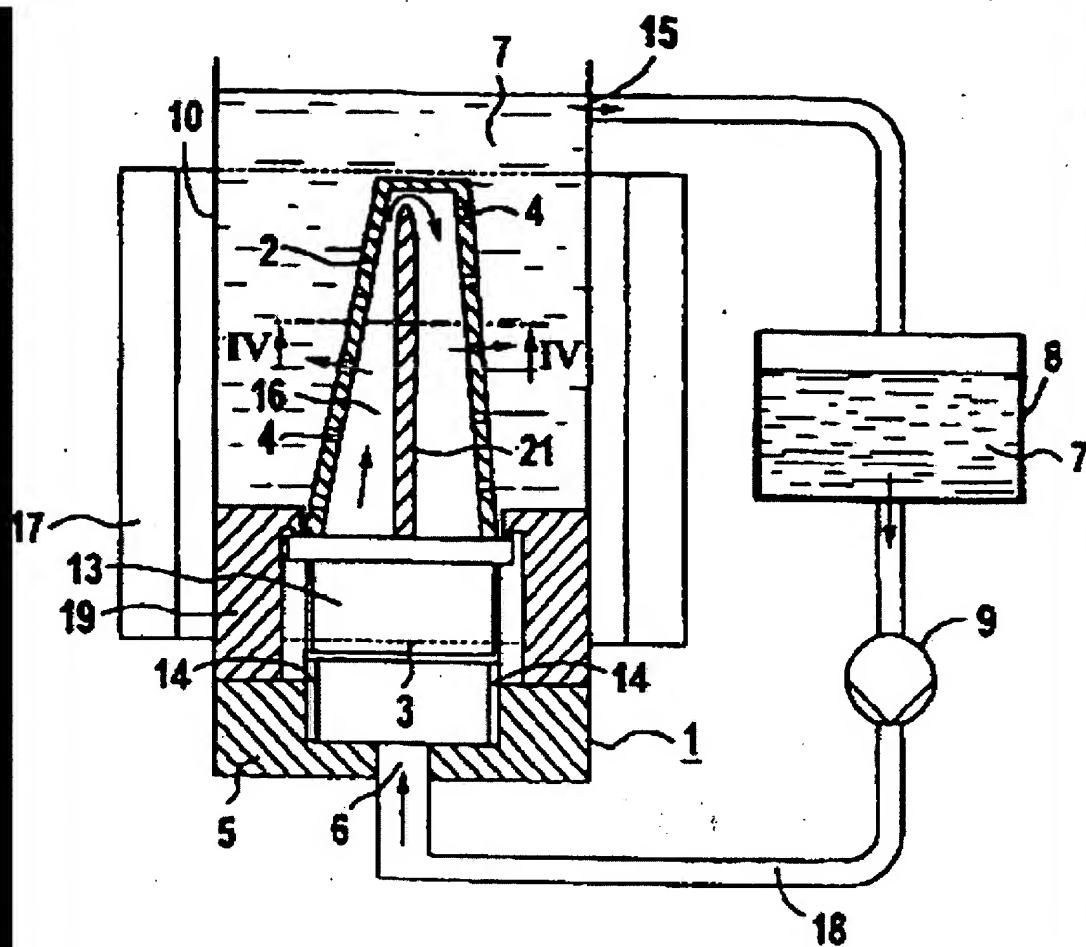


AN: PAT 2000-127705  
TI: Hollow turbine blade cleaning device has holder supporting turbine blade while cleaning fluid is circulated through its hollow interior  
PN: **DE19832767-A1**  
PD: 27.01.2000  
AB: The turbine blade cleaning device (1) has a holder (5) for securing the turbine blade (2), provided with a feed (6) for supplying a cleaning fluid (7), which is fed to the exit openings (4) of the turbine blade. The feed may be supplied with the cleaning fluid from a cleaning fluid container (8) via a pump (9a), which circulates the cleaning fluid through the hollow interior of the turbine blade.; USE - For cleaning interior of hollow turbine blade. ADVANTAGE - Allows removal of deposits from interior of hollow turbine blade.  
PA: (SIEI ) SIEMENS AG;  
IN: DOEPPER G;  
FA: **DE19832767-A1** 27.01.2000; WO200005002-A1 03.02.2000;  
CO: AT; BE; CH; CY; DE; DK; ES; FI; FR; GB; GR; IE; IN; IT; JP; LU; MC; NL; PT; SE; US; WO;  
DN: IN; JP; US;  
DR: AT; BE; CH; CY; DE; DK; ES; FI; FR; GB; GR; IE; IT; LU; MC; NL; PT; SE;  
IC: B08B-003/00; B08B-003/12; B08B-009/00; F02C-007/00;  
DC: P43; Q52;  
FN: 2000127705.gif  
PR: DE1032767 22.07.1998;  
FP: 27.01.2000  
UP: 20.03.2000

**BEST AVAILABLE COPY**

**This Page Blank (uspto)**



**This Page Blank (uspto)**

**19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

**Offenlegungsschrift**  
**DE 198 32 767 A 1**

Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 02 C 7/00**  
B 08 B 3/00  
B 08 B 3/12

**21** Aktenzeichen: 198 32 767.6  
**22** Anmeldetag: 22. 7. 1998  
**43** Offenlegungstag: 27. 1. 2000

**DE 198 32 767 A 1**

⑦ Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

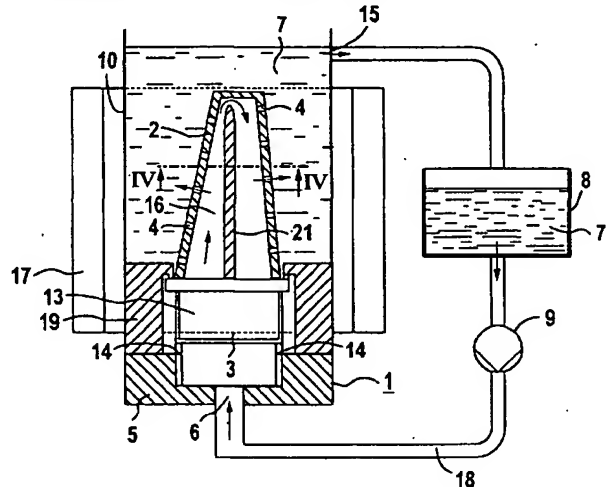
**(72) Erfinder:**  
Döpfer, Gebhard, Dipl.-Ing., 45473 Mülheim, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

**Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt**

**(54) Vorrichtung sowie Verfahren zur Reinigung eines hohlen Bauteils einer Strömungsmaschine**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (1) und ein Verfahren zur Reinigung eines hohlen Bauteils (2) einer Strömungsmaschine, insbesondere einer Turbinenschaufel. Das Bauteil (2) weist eine Einlaßöffnung (3) und eine Auslaßöffnung (4) auf. Die Auslaßöffnung (4) ist mit einer Zuführung (6) für eine Reinigungsflüssigkeit (7) über eine Halterung (5) zur Befestigung des Bauteils (2) verbunden. Die Vorrichtung (1) weist weiterhin ein Behältnis (8) für eine Reinigungsflüssigkeit (7) auf, das mit der Zuführung (6) strömungstechnisch verbunden ist. Bei dem Verfahren zur Reinigung des hohlen Bauteils (2) wird die Reinigungsflüssigkeit (7) durch die Einlaßöffnung (3) in das Bauteil (2) hineingezwungen.



**DE 198 32 767 A 1**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Reinigung eines hohlen Bauteils einer Strömungsmaschine, insbesondere einer Turbinenschaufel, welches Bauteil einen Hohlraum, beispielsweise einen Kühlkanal, aufweist, der strömungstechnisch mit einer Einlaßöffnung und einer Auslaßöffnung verbunden ist. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Reinigung eines hohlen Bauteils, insbesondere einer Turbinenschaufel.

Bei einer Herstellung eines hohlen Bauteils einer Strömungsmaschine, insbesondere einer Turbinenschaufel, mit einem Hohlraum, beispielsweise einem oder mehreren Kühlkanälen zur Führung von Kühlfluid während eines bestimmungsgemäßen Einsatzes des Bauteils, können sich Verunreinigungen in dem Hohlraum befinden. Solche Verunreinigungen können sich auch während des Einsatzes des Bauteils in der Strömungsmaschine ablagern und gegebenenfalls zu einer Reduzierung eines freien Strömungsquerschnitts im Hohlraum führen. Eine solche Reduzierung des freien Strömungsquerschnitts des Hohlraums kann insbesondere bei dem der Kühlung dienenden Hohlraum zu einer Verschlechterung der Kühlleistung und dadurch zu einer Überhitzung sowie einer Verringerung der Lebensdauer des Bauteils führen.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung zur Reinigung eines hohlen Bauteils einer Strömungsmaschine anzugeben. Eine weitere Aufgabe besteht in der Angabe eines Verfahrens zur Reinigung eines hohlen Bauteils einer Strömungsmaschine.

Erfindungsgemäß wird die auf eine Vorrichtung zur Reinigung eines Bauteils gerichtete Aufgabe für ein Bauteil, welches eine Einlaßöffnung, einen Hohlraum und eine Auslaßöffnung aufweist, gelöst durch eine Halterung zur Befestigung des Bauteils, welche Halterung eine Zuführung für Reinigungsflüssigkeit aufweist, wobei die Zuführung mit der Auslaßöffnung des Bauteils verbindbar ist und wobei ein Behältnis für eine Reinigungsflüssigkeit vorgesehen ist, das mit der Zuführung strömungstechnisch verbunden ist.

Über die Zuführung, welche strömungstechnisch mit der Auslaßöffnung des Bauteils verbindbar ist, ist über die Halterung eine Reinigungsflüssigkeit in das Bauteil einführbar. Die Reinigungsflüssigkeit durchströmt während eines Reinigungsprozesses den Hohlraum des Bauteils und tritt aus der Auslaßöffnung aus, wodurch gegebenenfalls in dem Hohlraum vorhandene Verunreinigungen oder Ablagerungen von den Wänden des Hohlraums abgelöst und bei Austritt aus der Auslaßöffnung aus dem Bauteil herausgeführt werden. Durch die Strömung der Reinigungsflüssigkeit können somit auf physikalischem Wege an den Wänden befindliche Verunreinigungen abgelöst werden. Durch eine chemische Wirkung der Reinigungsflüssigkeit kann die Ablösung von Verunreinigungen oder Ablagerungen verstärkt und beschleunigt werden können. Der Hauptreinigungseffekt kann hierbei auch auf der chemischen Wirkung der Reinigungsflüssigkeit liegen.

Vorzugsweise weist die Vorrichtung eine Fördereinrichtung, insbesondere eine Pumpe, auf, durch die die Reinigungsflüssigkeit von dem Behältnis durch das Bauteil hindurch gefördert werden kann. Der Druck, mit dem die Reinigungsflüssigkeit in den Hohlraum des Bauteils gelangt, kann über die Förderleistung der Fördereinrichtung im Zusammenspiel mit den Öffnungen des Bauteils, insbesondere der Auslaßöffnung, eingestellt werden.

Die Vorrichtung umfaßt vorzugsweise einen Auffangbehälter für aus dem Bauteil austretende Reinigungsflüssigkeit. Die Halterung ist hierbei vorzugsweise in dem Auffangbehälter angeordnet oder der Auffangbehälter ist mit

der Halterung verbunden, beispielsweise auf dieser angeordnet, so daß Halterung und Auffangbehälter eine Einheit bilden. Die Halterung kann hierbei vorzugsweise am Boden des Auffangbehälters, welcher als Becken ausgebildet sein kann, angebracht sein. Der Auffangbehälter kann hierbei auch eine solche Größe aufweisen, daß mehrere Halterungen und/oder mehrere Bauteile darin angeordnet sein können. Es ist ebenfalls möglich, daß mehrere Auffangbehälter vorgesehen sind, die insbesondere zu einer Reinigungsstraße zusammengeschaltet sein können.

Der Auffangbehälter ist vorzugsweise strömungstechnisch mit dem Behältnis verbunden. Hierdurch läßt sich ein geschlossener Kreislauf herstellen. Der Auffangbehälter weist hierbei vorzugsweise einen Ablauf auf, aus dem die aus dem Inneren des Bauteils heraustretende Reinigungsflüssigkeit dem Behältnis zuführbar ist. Es ist ebenfalls möglich, daß das Behältnis und der Auffangbehälter eine Einheit bilden, wobei in diesem Falle über eine Leitung Reinigungsflüssigkeit aus dem Auffangbehälter unmittelbar der Halterung und damit dem Inneren des Bauteils zuführbar ist. Es ist somit ein kontinuierlicher Flüssigkeitskreislauf herstellbar.

Als Reinigungsmittel können je nach Art des Bauteils und der zu erwartenden Verunreinigungen oder Ablagerungen Reinigungsflüssigkeiten auf wäßriger Basis im basischen oder sauren Bereich verwendet werden. Basische Reinigungsflüssigkeiten können beispielsweise auf Seifen basieren und saure Reinigungsflüssigkeiten geeignete Säuren wie beispielsweise 5%ige Essigsäure aufweisen. Es ist ebenfalls möglich, andere Reinigungsflüssigkeiten wie beispielsweise Benzin oder Aceton zu verwenden.

Die Vorrichtung umfaßt vorzugsweise eine Heizung zur Erwärmung der Reinigungsflüssigkeit. Durch eine Erwärmung der Reinigungsflüssigkeit, beispielsweise auf Temperaturen der Größenordnung von 50°C oder mehr können die chemischen Reinigungseffekte der Reinigungsflüssigkeit verbessert werden. Je nach Aufbau der Vorrichtung, insbesondere eines Auffangbehälters oder eines Behältnisses für Reinigungsflüssigkeit kann eine elektrische Heizung, eine Strahlungsheizung oder eine Heizung durch Wärmeaustausch mit einem Heizmedium erreicht werden.

Der Zuführung für Reinigungsflüssigkeit ist vorzugsweise eine Reinigungseinrichtung strömungstechnisch vorgeschaltet, insbesondere umfassend einen Deionisator und/oder einen Filter. Hierdurch ist eine Reinigung und/oder Vorbehandlung der Reinigungsflüssigkeit vor dem Einstromen in das Bauteil erreichbar, so daß die Reinigungsflüssigkeit so vorbehandelt ist, daß durch ein Durchströmen des Bauteils durch die Reinigungsflüssigkeit keine zusätzlichen Verunreinigungen abgelagert werden oder durch chemische Prozesse gebildet werden.

Vorzugsweise weist die Halterung eine Dichtung zur Abdichtung einer Verbindung zwischen der Einlaßöffnung und der Zuführung auf. Hierdurch ist gewährleistet, daß bei einem Eindringen der Reinigungsflüssigkeit unter Druck nahezu die ganze Reinigungsflüssigkeit durch das Bauteil strömt und nicht durch eine Undichtigkeit zwischen Halterung und Bauteil an dem Bauteil vorbeiströmt. Die Halterung kann dabei auch ohne spezielle Dichtung so ausgeführt sein, daß der größte Teil der durch die Zuführung strömenden Reinigungsflüssigkeit auch durch das Bauteil strömt.

Die Halterung der Vorrichtung ist vorzugsweise zur Befestigung eines Schaufelfusses einer Turbinenschaufel, insbesondere einer Gasturbinenschaufel, ausgelegt. Die Turbinenschaufel weist insbesondere für Kühlzwecke einen oder mehrere innere Hohlräume (z. B. Kühlkanäle) auf, die von der Halterung aus über die Einlaßöffnung zugänglich sind. Hierdurch gelangt über die Halterung und die Zuführung die

Reinigungsflüssigkeit in das Innere der Turbinenschaufel hinein. Über die Auslaßöffnung oder mehrere Auslaßöffnungen, die sinnvollerweise in der Nähe der am schwierigsten zu reinigenden Zonen des inneren Hohlraums oder der inneren Hohlräume liegen, kann die von innen zugeführte Reinigungsflüssigkeit wieder aus der Turbinenschaufel austreten. Die Auslaßöffnungen können hierbei Öffnungen sein, die während eines Einsatzes der Turbinenschaufel als Filmkühlbohrungen dienen.

Die Halterung ist vorzugsweise höhen- und/oder breitenverstellbar ausgeführt, so daß unterschiedliche Bauteile, insbesondere unterschiedliche Schaufelfüße von Turbinenschaufeln, befestigt werden können. Die Vorrichtung eignet sich hierdurch insbesondere zur Reinigung kompletter Sätze von Turbinenschaufeln, die innere Kühlkanäle aufweisen und zu unterschiedlichen Turbinenstufen gehören. Die Halterung kann sowohl zur Befestigung von Leitschaufeln als auch Laufschaufeln ausgelegt sein.

Die Vorrichtung weist vorzugsweise zusätzlich eine Ultraschall-Reinigungseinrichtung zur unterstützenden Reinigung des Bauteils auf. Durch eine zusätzliche Ultraschall-Reinigungseinrichtung kann der Reinigungsvorgang beschleunigt und der Grad der Reinigung verbessert werden.

Es versteht sich, daß entsprechend der gewählten Reinigungsflüssigkeit sämtliche Komponenten der Vorrichtung, die mit der Reinigungsflüssigkeit in Kontakt kommen, vorzugsweise weitgehend resistent gegenüber der Reinigungsflüssigkeit ausgeführt sind.

Die auf ein Verfahren zur Reinigung des hohlen Bauteils, insbesondere einer Turbinenschaufel, gerichtete Aufgabe wird dadurch gelöst, daß eine Reinigungsflüssigkeit durch eine Einlaßöffnung des Bauteils durch einen Hohlraum hindurch zu einer Auslaßöffnung gezwungen wird. Durch Verwendung einer Reinigungsflüssigkeit kann sowohl eine chemische Ablösung oder Beseitigung von Verunreinigungen und Ablagerungen in dem Hohlraum als auch eine rein physikalische Entfernung von Verunreinigungen infolge der Strömung der Reinigungsflüssigkeit durchgeführt werden. Dies ermöglicht eine besonders schnelle und vollständige Reinigung des Hohlraums des Bauteils. Die Durchströmung des Bauteils mit der Reinigungsflüssigkeit kann beispielsweise durch eine Pumpe erzeugt werden, durch die gewährleistet ist, daß auf die Reinigungsflüssigkeit vor Eintritt in das Bauteil ein größerer Druck ausgeübt wird als nach Austritt aus der Auslaßöffnung. Die Durchströmung wird in einem solchen Fall durch eine Druckdifferenz zwischen Einlaßöffnung und Auslaßöffnung erzwungen. Es ist ebenfalls möglich, daß eine Durchströmung durch Ausnutzung der Gravitationswirkung erzwungen wird. Hierbei wird von einem geodätisch höher als die Auslaßöffnung gelegenen Reservoir Reinigungsflüssigkeit dem Bauteil zugeführt.

Vorzugsweise wird die Reinigungsflüssigkeit in einem Kreislauf geführt, so daß eine kontinuierliche Durchströmung des Bauteils mit der Reinigungsflüssigkeit erreicht ist. Wie oben bereits beschrieben, kann die Reinigungsflüssigkeit auf einer erhöhten Temperatur gehalten werden und ständig gereinigt werden.

Vorzugsweise wird während der Durchströmung der Reinigungsflüssigkeit durch das Bauteil gleichzeitig eine Ultraschall-Reinigung des Bauteils durchgeführt. Hierdurch kann die Reinigung weiter verbessert, insbesondere beschleunigt, werden.

Vorzugsweise wird das Bauteil in einem Auffangbehälter angeordnet, der mit Reinigungsflüssigkeit bis zu einem solchen Pegel gefüllt wird, daß das Bauteil vollständig von der Reinigungsflüssigkeit bedeckt wird.

Mit dem Verfahren werden vorzugsweise über ein einziges Reservoir oder mehrere Reservoirs von Reinigungsflüs-

sigkeit gleichzeitig mehrere Bauteile von der Reinigungsflüssigkeit durchströmt und damit gereinigt. Das Verfahren kann hierbei auch nach Art einer Reinigungsstraße betrieben werden, wobei eine Vielzahl von Bauteilen, insbesondere Turbinenschaufeln, gleichzeitig gereinigt werden.

Die Vorrichtung sowie das Verfahren zur Reinigung eines hohlen Bauteils, insbesondere einer Turbinenschaufel, werden anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen nicht maßstäblich und schematisch:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch einen Auffangbehälter mit einer Mehrzahl von Halterungen zur Befestigung einer jeweiligen Turbinenschaufel,

Fig. 2 eine Halterung zur Befestigung eines Bauteils mit einem integrierten Auffangbehälter in einem Längsschnitt,

Fig. 3 in einem Längsschnitt eine Vorrichtung zur Reinigung einer Mehrzahl von hohlen Bauteilen, und

Fig. 4 einen Querschnitt durch eine Turbinenschaufel mit Hohlräumen gemäß Fig. 2.

Die in den Fig. 1 bis 4 verwendeten Bezugszeichen haben jeweils die gleiche Bedeutung.

In Fig. 1 ist in einem Längsschnitt ein Ausschnitt einer Vorrichtung 1 zur Reinigung eines hohlen Bauteils 2 einer Strömungsmaschine dargestellt. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel dient die Vorrichtung 1 gleichzeitig der Reinigung einer Mehrzahl von Bauteilen 2, hier Laufschaufeln einer Gasturbine, von denen zur besseren Übersichtlichkeit lediglich drei schematisch dargestellt sind. Jede Turbinenschaufel 2 weist einen Schaufelfuß 13 auf, an den sich ein Schaufelblatt 22 anschließt. Zur Befestigung der Turbinenschaufeln 2 weist die Vorrichtung 1 für jede Turbinenschaufel 2 eine jeweilige Halterung 5 auf, die vorzugsweise höhen- und breitenverstellbar zur Aufnahme unterschiedlicher Schaufelfüße 13 ist. Die Halterung 5 weist eine Zuführung 6 für eine Reinigungsflüssigkeit 7 auf. Jede Halterung 5 ist auf einem Boden 23 eines Auffangbehälters 10 angeordnet. Durch den Boden 23 hindurch ist jede Zuführung 6 dicht mit einer Fluidleitung 18 verbunden. Jede Turbinenschaufel 2 ist mit ihrem Schaufelfuß 13 in die Halterung 5 eingefügt und dort so gehalten, daß die Zuführung 6 in strömungstechnischer Verbindung mit einer Einlaßöffnung 3 der Turbinenschaufel 2 ihm Schaufelfuß 13 steht (siehe Fig. 2). Der Auffangbehälter 10 dient gleichzeitig als Behälter 8 (Reservoir) für die Reinigungsflüssigkeit 7. Der Auffangbehälter 10 ist bis zu einem solchen Niveau (Pegel) gefüllt, daß jede Turbinenschaufel 2 vollständig von der Reinigungsflüssigkeit 7 überdeckt ist. Geodätisch oberhalb der Turbinenschaufel 2 weist der Auffangbehälter 10 einen Abfluß 15 für die Reinigungsflüssigkeit 7 auf. An den Abfluß 15 ist die Fluidleitung 18 geschaltet. In der Fluidleitung 18 ist eine Fördereinrichtung 9, eine Pumpe 9a angeordnet. Weiterhin ist stromauf der Zuführung 6 in die Fluidleitung 18 eine Reinigungseinrichtung 12 zur Reinigung der Reinigungsflüssigkeit 7 angeordnet.

Die Reinigungsflüssigkeit 7, insbesondere eine basische oder saure wäßrige Lösung, wird zur Reinigung der Turbinenschaufel 2 in einem geschlossenen Kreislauf geführt. Die Reinigungsflüssigkeit 7 wird hierbei über die Pumpe 9a, über die Zuführung 6 und die Einlaßöffnung 3 in einen Hohlraum 16 (siehe Fig. 2) der Turbinenschaufel 2 gepreßt. Aufgrund des in der Pumpe 9a erzeugten Drucks wird die in das Innere der Turbinenschaufel 2 gepreßte Reinigungsflüssigkeit 7 aus zumindest einer Auslaßöffnung 4, bevorzugt einer Vielzahl von Auslaßöffnungen 4 (siehe Fig. 2 und 4), aus der Turbinenschaufel 2 wieder herausgepreßt. Aufgrund der Durchströmung des Hohlraums 16 durch die Reinigungsflüssigkeit 7 erfolgt eine physikalische und chemische Reinigung des Hohlraums 16 von Verunreinigungen oder Ablagerungen, so daß die Funktionsfähigkeit des Hohl-

raums 16, insbesondere als Kühlkanal, während eines Einsatzes der Turbinenschaufel 2 in einer nicht dargestellten Gasturbine, gewährleistet ist. Gegenüber einem herkömmlichen Reinigungsverfahren, wie beispielsweise einer Ultraschall-Reinigung oder Reinigung durch Preßluft, wird ein höherer Reinigungsgrad in kürzerer Zeit erreicht.

In Fig. 2 ist eine Vorrichtung 1 zur Reinigung eines hohlen Bauteils 2 einer Strömungsmaschine, hier einer Turbinenschaufel 2, in einem Längsschnitt dargestellt. Die Vorrichtung 1 umfaßt eine Halterung 5, auf die ein Auffangbehälter 10 dicht aufgesetzt ist. In die Halterung 5 ist eine Turbinenschaufel 2 mit einem Schaufelfuß 13 eingesetzt. Der Schaufelfuß 13 ist über eine höhen- und breitenverstellbare Einspannung 19 dicht an eine Zuführung 6 für Reinigungsflüssigkeit 7 der Halterung 5 gepreßt. Zwischen der Halterung 5 und dem Schaufelfuß 13 ist zur Erhöhung der Dichtigkeit eine Dichtung 14 eingesetzt. Die Turbinenschaufel 2 weist einen sich an den Schaufelfuß 13 anschließenden Schaufelblattbereich 22 auf. In diesem Schaufelblattbereich 22 sind sowohl anströmseitig als auch abströmseitig Auslaßöffnungen 4 vorgesehen, welche während eines Einsatzes der Turbinenschaufel 2 dem Ausströmen von Kühlluft dienen. Der Schaufelblattbereich 22 weist einen Hohlraum 16 auf, welcher durch einen Holm 21 zweigeteilt ist, so daß Kühlluft anströmseitig von dem Schaufelfuß 13 zu dem oberen Ende des Schaufelblattbereichs 22 gelangt, und dort um etwa 180° umgelenkt wird und wieder in Richtung des Schaufelfusses 13 strömt, wobei ein Teil der Kühlluft über die abströmseitigen Auslaßöffnungen 4 aus der Turbinenschaufel 2 hinausgelangt. Den gleichen Strömungsweg nimmt eine Reinigungsflüssigkeit 7, welche über die Einlaßöffnung 3 in die Turbinenschaufel 2 hineingeführt wird. Zur kontinuierlichen Zuführung von Reinigungsflüssigkeit 7 ist in dem Auffangbehälter 10 geodätisch oberhalb der Turbinenschaufel 2 ein Abfluß 15 angeordnet. An diesen Abfluß 15 ist eine Fluidleitung 18 angeschlossen, die zu einem Behältnis 8 (Reservoir) für die Reinigungsflüssigkeit 7 führt. Von dem Behältnis 8 führt die Fluidleitung 18 über eine Fördereinrichtung 9 zu der Zuführung 6. Hierdurch ist ein geschlossener Kreislauf für die Reinigungsflüssigkeit 7 hergestellt. Die Halterung 5 und der daran aufgesetzte Auffangbehälter 10 sind von einer Ultraschall-Reinigungseinrichtung 17 etwa in der Höhe des Schaufelblattbereichs 22 umgeben. Durch die Ultraschall-Reinigungseinrichtung 17 ist gleichzeitig während des Durchströmens der Turbinenschaufel 2 mit der Reinigungsflüssigkeit 7 eine zusätzliche Entfernung von Ablagerungen in dem Hohlraum 16 erreichbar. Es versteht sich, daß die Ausgestaltung mit einem separaten Behältnis 8 und der Ultraschall-Reinigungseinrichtung 17 ebenfalls auf die Ausführungsform gemäß Fig. 1 anwendbar ist.

In Fig. 3 ist in einem Längsschnitt ein Ausschnitt durch eine Vorrichtung 1 zur Reinigung einer Turbinenschaufel 2 dargestellt. Die Vorrichtung 1 weist einen Auffangbehälter 10 für eine Reinigungsflüssigkeit 7 auf. In dem Auffangbehälter 10 ist eine Halteschiene 20 vorgesehen, in der Turbinenschaufeln 2 über einen Vorsprung 24 zwischen Schaufelfuß 13 und Schaufelblattbereich 22 gehalten sind. Die Halteschiene 20 ist in einer solchen Höhe angeordnet, daß der Schaufelblattbereich 22 jeder Turbinenschaufel 2 von dem Boden 23 des Auffangbehälters 10 beabstandet ist. In dem Boden 23 ist eine Heizung 11, insbesondere eine elektrische Heizung, angeordnet. Jeder Schaufelfuß 13 ist in einer Halterung 5 eingespannt, welche Halterung 5 jeweils eine Zuführung 6 für die Reinigungsflüssigkeit 7 aufweist. Im Bereich des Bodens 23 ist in dem Auffangbehälter 10 ein Abfluß 15 angeordnet, von welchem eine Fluidleitung 18 zu jeder Zuführung 6 führt. In die Fluidleitung 18 ist eine Förder-

einrichtung 9 sowie ein Behältnis 8 (Reservoir) für Reinigungsflüssigkeit 7 angeordnet. Das Durchströmen der Turbinenschaufel 2 durch die Reinigungsflüssigkeit 7 erfolgt aufgrund der Gravitationswirkung. Das Durchströmen kann allerdings auch je nach Auslegung der Vorrichtung 1 ganz oder teilweise durch die Fördereinrichtung 9 aufgrund eines durch diese erzeugbaren Drucks geschehen. In dem Auffangbehälter 10 sammelt sich aus den Turbinenschaufeln 2 austretende Reinigungsflüssigkeit 7 und wird über die Fördereinrichtung 9 wieder dem Behältnis 8 zugeführt.

Es versteht sich, daß jede der Ausführungsformen gemäß den Fig. 1 bis 3 zu einer Reinigungsstraße mit einer Mehrzahl von Vorrichtungen 1 zusammengefaßt werden kann, so daß gleichzeitig eine Vielzahl von hohlen Bauteilen 2 gereinigt werden kann. Es versteht sich weiterhin von selbst, daß je nach Anforderung an den Reinigungsprozeß einzelne in den Ausführungsformen gemäß Fig. 1 und 3 sowie sämtliche Komponenten der Vorrichtung 1 miteinander kombinierbar und austauschbar sind.

In Fig. 4 ist ein Querschnitt durch eine Turbinenschaufel 2 gemäß Fig. 2 dargestellt. Die Turbinenschaufel 2 weist einen zweigeteilten Hohlraum 16 auf, der durch einen Holm 21 geteilt ist. An einem anströmseitigen Ende 24 weist die Turbinenschaufel 2 eine Mehrzahl von Auslaßöffnungen 4 auf, die während eines Einsatzes der Turbinenschaufel 2 unter anderem der Ausbildung einer Filmkühlung dienen können. An einem abströmseitigen Ende 25 ist eine Auslaßöffnung 45 zum Abströmen von Kühlluft während eines Einsatzes der Turbinenschaufel 2 in einer nicht dargestellten Gasturbine vorgesehen.

Die Erfindung zeichnet sich durch eine Vorrichtung aus, in der ein hohles Bauteil einer Strömungsmaschine, insbesondere eine Turbinenschaufel, von einer Reinigungsflüssigkeit durchströmbar ist, so daß eine effektive Reinigung eines Hohlraums der Turbinenschaufel von Verunreinigungen oder Ablagerungen erreichbar ist. Vorzugsweise wird die Reinigungsflüssigkeit kontinuierlich, insbesondere in einem Kreislauf, zugeführt.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zur Reinigung eines hohlen Bauteils (2) einer Strömungsmaschine, insbesondere einer Turbinenschaufel, welches Bauteil (2) eine Einlaßöffnung (3), einen Hohlraum (16) und eine Auslaßöffnung (4) aufweist, mit einer Halterung (5) zur Befestigung des Bauteils (2), welche Halterung (5) eine Zuführung (6) für Reinigungsflüssigkeit (7) aufweist, die mit der Auslaßöffnung des Bauteils (2) verbindbar ist, und mit einem Behältnis (8) für Reinigungsflüssigkeit (7), das mit der Zuführung (6) strömungstechnisch verbunden ist.
2. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, die eine Fördereinrichtung (9), insbesondere eine Pumpe (9a), zur Förderung der Reinigungsflüssigkeit (7) von dem Behältnis (8) durch das Bauteil (2) hindurch umfaßt.
3. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1 oder 2, die ein Auffangbehälter (10) umfaßt, in dem das Bauteil (2) anordenbar ist.
4. Vorrichtung (1) nach Anspruch 3, bei der die Halterung (5) in dem Auffangbehälter (10) angeordnet ist.
5. Vorrichtung (1) nach Anspruch 3, bei der der Auffangbehälter (10) mit der Halterung (5) verbunden ist.
6. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 3 bis 5, bei der der Auffangbehälter (10) strömungstechnisch mit dem Behältnis (8) verbunden ist.
7. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die eine Heizung (11) zur Erwärmung der



Reinigungsflüssigkeit (7) aufweist.

8. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die eine Reinigungseinrichtung (12), insbesondere einen Deionisator und/oder einen Filter, zur Reinigung der Reinigungsflüssigkeit (7) vor dem Einströmen in das Bauteil (2) aufweist. 5

9. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Halterung (5) eine Dichtung (14) zur Abdichtung einer Verbindung zwischen der Einlaßöffnung (3) und der Zuführung (6) aufweist. 10

10. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Halterung (5) zur Befestigung eines Schaufelfußes (13) eine Turbinenschaufel (2), insbesondere einer Gasturbinenschaufel, ausgelegt ist.

11. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der eine Ultraschall-Reinigungseinrichtung (17) zur unterstützenden Reinigung des Bauteils (2) vorgesehen ist. 15

12. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Halterung (5) zur Befestigung unterschiedlicher Bauteile (2) höhen- und/oder breitenverstellbar ist. 20

13. Verfahren zur Reinigung eines hohlen Bauteils (2), insbesondere einer Turbinenschaufel, wobei eine Reinigungsflüssigkeit (7) durch eine Einlaßöffnung (3) des Bauteils (2), durch einen Hohlraum (16) hindurch zu einer Auslaßöffnung (4) gezwungen wird. 25

14. Verfahren nach Anspruch 13, bei dem die Reinigungsflüssigkeit (7) in einem Kreislauf geführt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, bei dem während der Durchströmung der Reinigungsflüssigkeit (7) durch das Bauteil (2) gleichzeitig eine Ultraschallreinigung des Bauteils (2) durchgeführt wird. 30

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 15, bei dem der Pegel der Reinigungsflüssigkeit (7) so eingestellt wird, daß das Bauteil (2) vollständig von der Reinigungsflüssigkeit (7) bedeckt wird. 35

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 16, bei dem gleichzeitig mehrere Bauteile (2) über ein Reservoir der Reinigungsflüssigkeit (7) gereinigt werden. 40

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

45

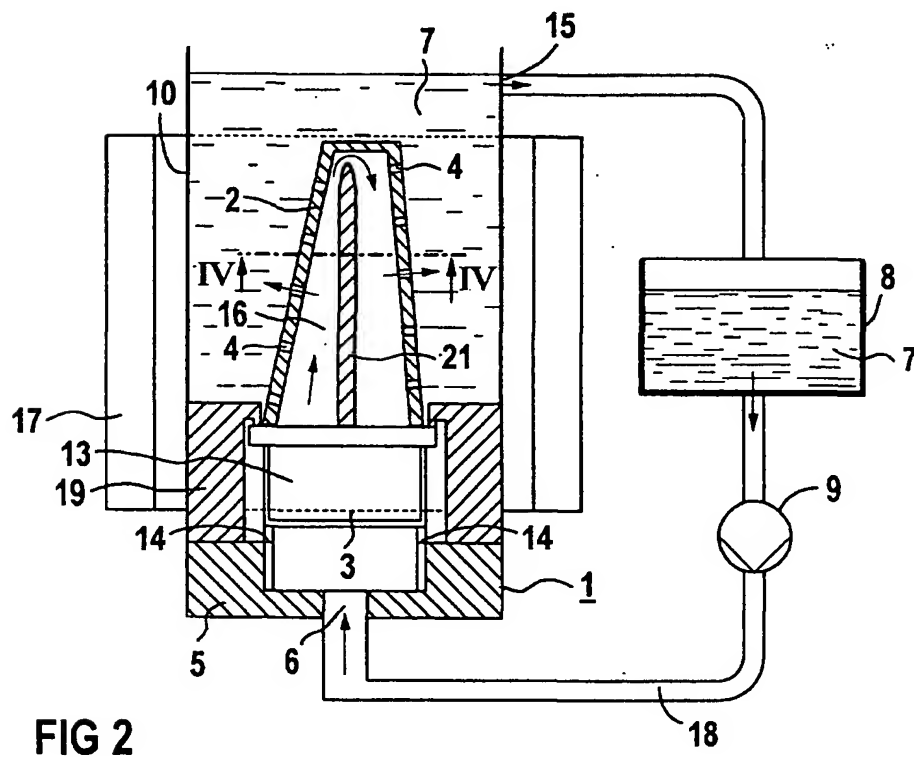
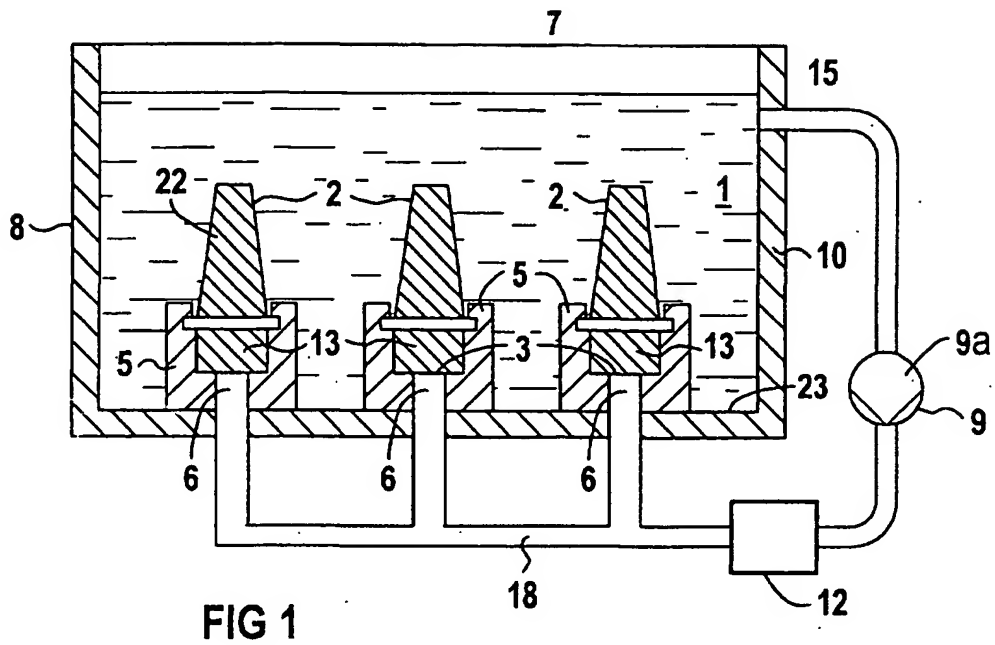
50

55

60

65

- Leerseite -



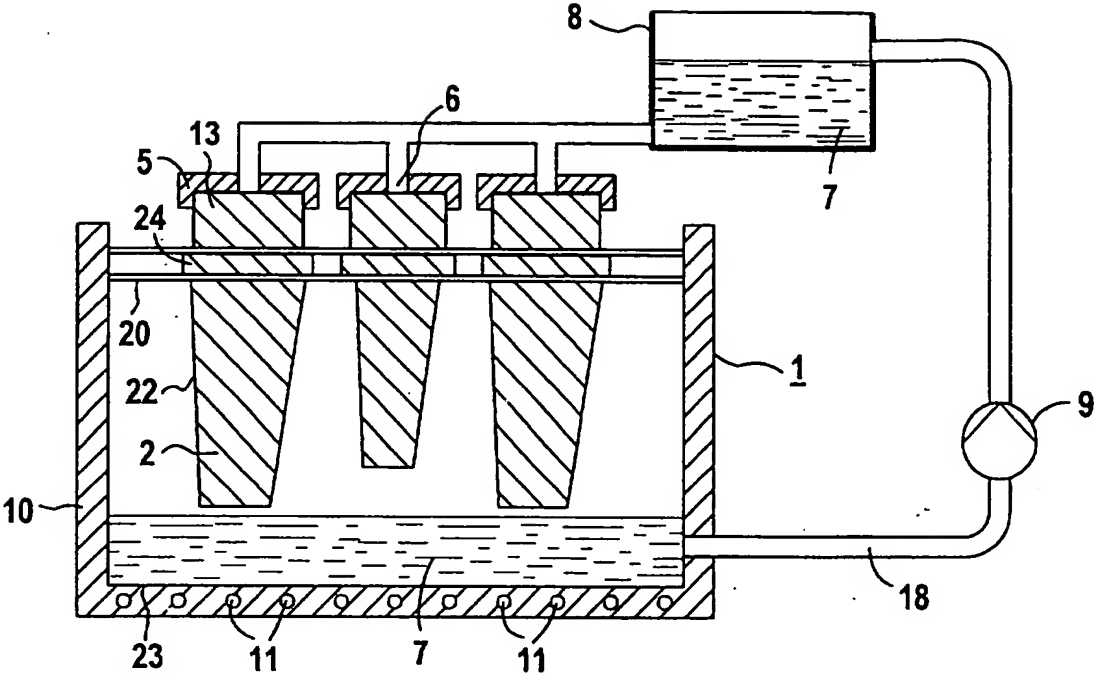


FIG 3

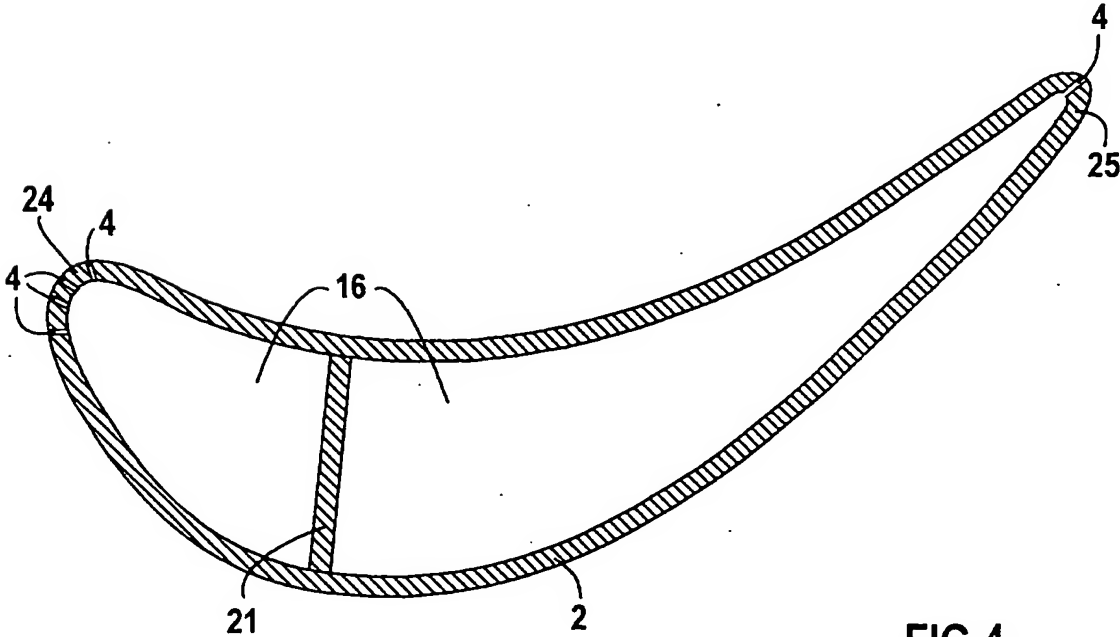


FIG 4

This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images problems checked, please do not report the problems to the IFW Image Problem Mailbox**

**This Page Blank (uspto)**